

## Отзыв руководителя

на выпускную квалификационную работу  
студента 4 курса кафедры радиофизики физического факультета СПбГУ  
Ярмака Валерия Юрьевича  
“Задержки сигналов спутниковых навигационных систем в тропосфере с  
горизонтальными неоднородностями”

Работа посвящена задаче оценки вклада тропосферы в общую фазовую задержку сигналов спутниковых навигационных систем при их распространении от спутника до приёмника. Учёт тропосферной фазовой задержки требуется для осуществления высокоточного позиционирования. Кроме того, наличие инструмента для расчёта тропосферной задержки необходимо для решения ряда обратных задач, в частности, определения плотности водяных паров в земной атмосфере. В настоящее время для определения задержки сигнала применяются либо полуэмпирические модели вертикальных задержек с пересчётом их в наклонные с использованием специальных алгоритмов, либо прямой численный метод трассировки лучей в трёхмерной модели распределения показателя преломления тропосферы.

На кафедре радиофизики разработаны и реализованы в виде компьютерных программ алгоритмы расчёта эффектов, обусловленных ионосферой Земли. Эти алгоритмы основаны на использовании метода возмущений для лучей и позволяют с высокой точностью и скоростью рассчитывать траектории лучей и задержки сигналов. Задачей студента было адаптировать расчётные формулы метода возмущений для решения тропосферной задачи и соответствующим образом модифицировать программы, а также провести ряд методических и параметрических расчётов. Для оценки влияния горизонтальных тропосферных градиентов в работе была использована двухпараметрическая модель вида переходного слоя, с помощью которой была исследована зависимость тропосферной задержки от параметров модели, имеющих ясный физический смысл.

С поставленной задачей Валерий справился. Дополнительно хотелось бы отметить заинтересованность, упорство и трудолюбие, проявленные Валерием при выполнении работы.

Считаю, что работа отвечает требованиям, предъявляемым к выпускным квалификационным работам, и может быть представлена к защите на степень бакалавра физики.



Доцент В.Э. Герм, канд. физ.-мат. наук, старший научный сотрудник